Aus den seminaristischen Uebungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin
Leiter: Professor Dr. A. Bickel.

# Kasuistischer Beitrag zur Kenntnis der Veränderung der Oxydationslage bei der Reduktion des aus Kasein und Weizenkleber bestehenden Nahrungseiweißes bis zur Gegend des Minimums.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Hans Keysser
aus Berlin

Tag der Promotion: 11. Januar 1941

VERLAG RUDOLPH PFAU, BERLIN NW 7, LUISENSTR. 21

M 374

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

---

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

Seit längerer Zeit werden am hiesigen Laboratorium Stoffwechseluntersuchungen durchgeführt, die sich mit dem Einfluß der Reduktion einer bestimmten Menge qualitativ definierten Eiweißes auf die Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel befassen. Der größte Teil dieser Versuche wurde an gesunden, jungen Menschen durchgeführt. Die dabei verwandten Diäten enthielten qualitativ und quantitativ genau definierte Eiweiße resp. eiweißhaltige Nahrungsmittel als Nahrungs-N-Träger. Der Kaloriengehalt war immer ausreichend. Das Ziel dieser Untersuchungen war, festzustellen, bei welcher Nahrungseiweißmenge und Eiweißqualität eine optimale Oxydationslage einreguliert wird, die eine möglichst vollständige energetische Ausnutzung des zum Umsatz gelangenden Materials garantiert. Neben den Vitaminen und Hormonen steuern die Eiweiße ja in ihren resorbierten Derivaten die oxydativen Vorgänge im intermediären Stoffwechsel und zwar in Abhängigkeit von der Menge und von der Eigenart des betreffenden Eiweißes. Ein weiterer kasuistischer Beitrag zur Klärung dieses Problems soll meine vorliegende Arbeit sein und zwar unter Berücksichtigung einer ganz speziellen Sonderfrage, die sich bei der Betrachtung des ganzen Problems aufdrängt. Um dies jedoch klarmachen zu können, muß ich ein wenig weiter ausholen.

Die Versuche von Bickel und seinen Schülern (1) haben bekanntlich gezeigt, daß Versuchsdiäten, die sonst in jeder Beziehung vollwertig sind und gleiche Stickstoffmengen, aber qualitativ unterschiedliche Nahrungseiweiße haben, vielfach auch eine unterschiedliche Lage der Harnquotienten C:N und Vakat O:N bewirken. Nimmt man nun diejenige Quotientenlage, die bei einer derartigen Kaseindiät resultiert, — die Harnquotienten liegen bei diesem Eiweiß sehr niedrig — als Maßstab für die Untersuchung mit anderen Nahrungseiweißarten bezw. eiweißhaltigen Nahrungsmitteln, so zeigt sich, daß ein Teil der Eiweiße eine der Kaseindiät identische oder doch weitgehend ähnliche Oxydationslage, die an den Werten der genannten Harnquotienten erkannt wird, bedingt, ein anderer Teil

dagegen durch Quotienten ausgezeichnet ist, die höher liegen als diejenigen bei der Kaseinversuchsdiät. Dies führte zu einer Einteilung der Nahrungseiweiße in A- und B-Eiweiße. A-Eiweiße sind diejenigen Eiweiße, die wie das reine Kasein als Nahrungseiweiß in der definierten Versuchsdiät eine niedrige Lage der Harnquotienten einregulieren, d. h., die in ihren resorptionsfähigen Derivaten so die oxydativen Vorgänge im Zwischenstoffwechsel steuern könen, daß eine optimale energetische Ausnutzung des zur Verbrennung gelangenden Materials erfolgt. Zu den B-Eiweißen gehören dagegen alle jene Eiweißarten, die im Vergleich zum Kasein deutlich höhere Harnquotienten, also eine schlechtere Oxydationslage bedingen. Für die Praxis ergeben sich zunächst zwei Fragen. Wie verhalten sich die Harnquotienten bei einer Mischung von A- und B-Eiweißen resp. wieviel A-Eiweiß muß ein Eiweißgemisch enthalten, wenn die Harnquotienten die den A-Eiweißen zustehende niedrige Lage haben sollen? Bickel (2) hat diese Frage untersucht. Das Ergebnis dieser Arbeit war, daß es im allgemeinen genügt, wenn der Gehalt der A-Eiweiße ca. 66% beträgt; in manchen Fällen reichen wohl auch geringere Mengen, ungefähr 50%, aus. Unter diesen Bedingungen liegen also die Harnquotienten noch niedrig, die Durchoxydierung des Materials ist noch gut. Ueberwiegen dagegen in der Nahrung die B-Eiweiße oder bilden sie gar allein das Nahrungseiweiß, so gehen die Quotienten sogleich in die Höhe.

Die zweite für die Praxis wichtige Frage ist, wie sich tierisches und pflanzliches Eiweiß auf die beiden Gruppen A und B verteilen. Bei den A-Eiweißen hat man sowohl tierisches wie pflanzliches Eiweiß gefunden, bei den B-Eiweißen kennt man aber bis jetzt nur pflanzliches Eiweiß. Mit dieser Feststellung treffen wir auf einen wichtigen Punkt bei diesem ganzen Problem. Wollen wir bei Vergleichsversuchen zwischen tierischen oder pflanzlichen reinen Eiweißen oder tierischen oder pflanzlichen eiweißhaltigen Nahrungsmitteln den Vergleich bei N-äquimolekularer Nahrungs-N-Menge oder bei N-äquimolekularer Eiweißresorption anstellen? Im ersten Fall berücksichtigen wir das Bedürfnis der Ernährungspraxis und lassen den digestiven Ausnutzungsfaktor unberücksichtigt, im zweiten Fall bestimmt der digestive Ausnutzungsfaktor die Nahrungs-N-Menge. Bei allen chemisch reinen oder annähernd chemisch reinen Eiweißarten ist der digestive Ausnutzungsfaktor praktisch derselbe. Ein Unterschied besteht nur, wenn wir *eiweißhaltige Nahrungsmittel* verwenden. Nehmen wir eine Diät, in der das Nahrungseiweiß vor-

wiegend aus pflanzlichen eiweißhaltigen Nahrungsmitteln besteht, so ergibt sich für die Versuchsperson folgendes: Das Eiweiß ist in diesem Fall in Cellulose eingeschlossen, bei der Unverdaulichkeit der Cellulose beim Menschen für die Verdauung in seinem Darm also schwer angreifbar. Ein gewisser Teil der N-haltigen Substanzen der Ingesta wird also unausgenutzt mit dem Kot den menschlichen Körper wieder verlassen. Der große Reichtum an Ballaststoffen wird ferner eine vermehrte Sekretion der Verdauungsdrüsen zur Folge haben; auch dadurch verliert der Organismus wieder Stickstoff. Bei einer Diät dagegen, bei der in erster Linie das Nahrungseiweiß z. B. aus tierischen eiweißhaltigen Nahrungsmitteln besteht, ergeben sich für die Versorgung des Körpers mit N viel bessere Bedingungen. Das Eiweiß in diesen tierischen Nahrungsmitteln ist der Verdauung im menschlichen Darm nur wenig unter 100% zugänglich, ein hoher Verlust an Sekret-N liegt, da ja tierische Nahrung nur wenig Ballaststoffe enthält, nicht vor. Vergleichen wir diese beiden Diätformen miteinander, so sehen wir, daß bei zwei N-äquimolekularen Diätformen, von denen die eine überwiegend tierische, die andere dagegen überwiegend pflanzliche eiweißhaltige Nahrungsmittel enthält, die Versorgung des inneren Körpermilieus mit N-haltiger Substanz bei der ersten besser ist als bei der zweiten. Bei einer ihr Nahrungseiweiß vorwiegend in Form von pflanzlichen eiweißhaltigen Nahrungsmitteln enthaltenden Diät besteht also im Vergleich zu jener anderen neben der qualitativen auch eine gewisse quantitative Eiweißunterernährung. Die Größe dieses Unterschiedes genau zu messen, ist nicht möglich; denn wir sind nicht in der Lage, den Kotstickstoff in nicht resorbierten Nahrungsstickstoff und in Sekretstickstoff zu teilen. Darum sind auch alle Zahlenwerte über die digestive Ausnutzung eiweißhaltiger Nahrungsmittel von bedingter Gültigkeit. Dennoch läßt sich die digestive Ausnutzbarkeit annähernd schätzen; bei tierischen eiweißhaltigen Nahrungsmitteln können wir im Durchschnitt mit einer digestiven Ausnutzbarkeit von ca. 95% rechnen. Bei pflanzlicher Herkunft dieser Nahrungsmittel beträgt sie nur etwa 75% im Mittel; der Unterschied beträgt also ca. 21%.

Wie ich schon oben erwähnte, besteht das B-Eiweiß nur aus vegetabilischem Eiweiß; zu der minder guten regulatorischen Fähigkeit dieser Eiweißart kommt also noch die schlechtere digestive Ausnutzbarkeit des Eiweißes in den Nahrungsmitteln hinzu, in denen es genossen wird. A-Eiweiß dagegen, welches durch seine ausge-

zeichnete Leistung als Dauersteuerer der oxydativen Vorgänge im intermediären Stoffwechsel charakterisiert ist, kann sowohl aus tierischen als auch aus pflanzlichen Eiweißen bestehen. Aus diesem Grunde wird sich der Unterschied der digestiven Ausnutzbarkeit, den wir beim Vergleich von pflanzlichen mit tierischen Eiweißträgern mit 21% veranschlagten, etwas verringern, wenn wir A-Eiweiße in Gemischen von tierischen und pflanzlichen Eiweißträgern mit nur in pflanzlichen Eiweißträgern befindlichem B-Eiweiß vergleichen.

Für die Lage der Harnquotienten würde bei der üblichen Ernährung mit eiweißhaltigen Nahrungsmitteln auf Grund der theoretischen Ueberlegung aus alledem folgen, daß bei einer Ernährung mit B-Eiweiß ihre Lage einmal durch die qualitative Eigenart dieses Eiweißes sehr hoch sein wird; daß aber außerdem die schlechtere digestive Ausnutzbarkeit dieser eiweißhaltigen Nahrungsmittel eine gewisse quantitative Eiweißunterernährung nach sich zieht, die auch ihrerseits eine Tendenz zum Ansteigen der Quotienten bewirkt. Bei einem Vergleich chemisch reiner A- und B-Eiweiße spielt der digestive Ausnutzungsfaktor keine Rolle; hier wird die Lage der Harnquotienten nur durch die Eiweißart bestimmt. Daß aber in praxi der digestive Ausnutzungsfaktor auf die Gestaltung einer in Abhängigkeit von der Eiweißqualität unterschiedlichen Harnquotientenlage kaum eine Rolle spielt, geht aus folgenden Versuchen von Bickel und Parlow (3) hervor. Einerlei, ob sie in vergleichbaren Versuchsdiäten in N-äquimolekularer Menge reines Tuberin oder Kartoffeln, bezw. die reine Eiweißsubstanz der grünen Bohnen oder die grünen Bohnen selbst verabfolgten, es hatten doch die Harnquotienten in jedem Versuchspaar die gleiche hohe Lage. Einschränkend ist zu diesen Versuchen zu sagen, daß sie an weißen Ratten angestellt wurden, deren Darm Cellulose bekanntlich etwas besser verwertet als der menschliche Darm, bei denen aber dennoch Kotmenge und Kot-N regelmäßig bei N-äquimolekularer vegetabilischer Eiweißnahrung wesentlich höher ist als z. B. bei entsprechender Kaseinnahrung. Das haben zahlreiche Beobachtungen im hiesigen Laboratorium bewiesen.

Nun hat Weber (4) am hiesigen Laboratorium einen Stoffwechselversuch an sich durchgeführt, bei dem er eine Diät einhielt, in der das Nahrungseiweiß ausschließlich vegetabilischer Herkunft war und seiner Qualität nach überwiegend zur Gruppe der B-Eiweiße gehörte. In einer ersten Periode verzehrte Weber 0,87 g/kg = 47,8 g Eiweiß im ganzen und in einer zweiten Periode 0,42 g/kg = 23 g Eiweiß im

ganzen. Zu bemerken ist zu dieser Diät noch, daß das Roggenvollkornbrot (Knäckebrot), das er verzehrte, zu den eiweißhaltigen Nahrungsmitteln gehört, die an der Grenze Zwischen A- und B-Eiweißen stehen.

I. Diät

| Nahrungsart | Menge | Eiweiß | Kalorien |
|---|---|---|---|
| Trockenkartoffeln | 150 | 11,2 | 525 |
| Grüne Bohnen | 200 | 2,0 | 20 |
| Grüne Erbsen | 200 | 5,0 | 80 |
| Hafermehl | 60 | 8,8 | 237 |
| Knäckebrot H | 100 | 11,4 | 345 |
| Schokolade (50% Kakao) | 150 | 9,3 | 804 |
| Fett (Butter) | 10 | — | 90 |
| Johannisbeergelee | 15 | 0,06 | 49 |
| Zucker | 25 | — | 100 |
| Mondamin | — | — | — |
| Himbeersirup | — | — | — |

II.Diät.

| Nahrungsart | Menge | Eiweiß | Kalorien |
|---|---|---|---|
| Trockenkartoffeln | 50 | 3,7 | 175 |
| Grüne Bohnen | 100 | 1,0 | 10 |
| Grüne Erbsen | 100 | 2,5 | 40 |
| Hafermehl | 30 | 4,4 | 118 |
| Knäckebrot H | 50 | 5,7 | 180 |
| Schokolade (50% Kakao) | 75 | 5,0 | 423 |
| Fett (Butter) | 80 | — | 720 |
| Johannisbeergelee | 30 | 0,12 | 98 |
| Zucker | 70 | — | 280 |
| Mondamin | 50 | 0,6 | 179 |
| Himbeersirup | 50 | 0,07 | 35 |

Im Vergleich hierzu enthielt meine Diät, die ich im experimentellen Teil meiner Arbeit mitteile, als Eiweißträger nur Trockenkasein und Weizenbrot und zwar in überwiegender Menge Kasein, also ausschließlich nur A-Eiweiße. Hervorheben muß ich noch, daß in beiden Diäten von Weber und mir für eine ausreichende Kalorienzufuhr gesorgt war und daß beide Diäten auch praktisch gleiche

Eiweißquantitäten enthielten. In beiden Versuchen wurde nach einer gewissen Zeit die zugeführte Eiweißmenge auf die Hälfte reduziert. Die Zahlenwerte in beiden Versuchen waren:

In der ersten Periode:

0,87 g/kg (Weber) und 0,83 g/kg (Keysser)

In der zweiten Periode:

0,42 g/kg (Weber) und 0,44 g/kg (Keysser)

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser beiden Versuche wird uns nun darüber unterrichten können, wie sich die Harnquotienten verhalten, wenn der Nahrungseiweißgehalt in beiden Fällen zwar mengenmäßig gleich ist, die Darreichungsform dagegen (Art der eiweißhaltigen Nahrungsmittel und der davon abhängige unterschiedliche digestive Ausnutzungskoeffizient) und die Qualität des dargereichten Eiweißes verschieden sind: auf der einen Seite ausschließlich vegetabilisches B-Eiweiß, das überwiegend mit hohen Harnquotienten verkoppeltwar; auf der anderen Seite A-Eiweiß animalischer und vegetabilischer Herkunft mit mengenmäßigem Ueberwiegen des animalischen Eiweißes.

In folgender Tabelle habe ich die Periodenmittelwerte beider Selbtsversuche dargestellt:

| | 0,8 g/kg | | 0,4 g/kg | |
|---|---|---|---|---|
| | C:N | V-O:N | C:N | V-O:N |
| Keysser | 0,94 | 1,15 | 1,26 | 2,06 |
| Weber | 1,53 | 2,46 | 2,40 | 3,48 |

Diese Tabelle zeigt uns, daß die Ausgangslage bei meinem Versuch für beide Quotienten niedriger liegt als bei Weber und zwar für C:N um 0,6, für Vakat O:N um 1,3. Beim Uebergang von 0,8 g/kg auf 0,4 g/kg gehen alle Werte in beiden Versuchen in die Höhe.

In meinem Versuch war die Harnquotientenlage bei einem Verzehr von nur 0,4 g/kg Eiweiß immer noch niedriger als diejenige Lage, die im Weberschen Versuch von 0,8 g/kg Eiweiß einreguliert worden war. Für die Praxis heißt dies, daß man bei einer Reduktion der Eiweißzufuhr bis in die Gegend des Eiweißminimums noch eine durchaus ertragbare Oxydationslage erwarten kann, sofern man dem Körper genügend A-Eiweiß zuführt und daß dabei die Durch-

oxydation des Materials noch wesentlich besser ist als bei einer doppelt so großen Quantität von B-Eiweiß.

Im einzelnen verlief mein Versuch folgendermaßen: In einer ersten Periode verzehrte ich 0,83 g/kg = 52,4 g Eiweiß, in einer zweiten Periode 0,44 g/kg = 27,0 g Eiweiß. Die Eiweißträger in beiden Perioden bestanden, wie schon gesagt wurde, zum größten Teil aus Kasein, nämlich 37,2 g in der ersten, 18,6 g in der zweiten Periode und zum geringeren Teil aus Eiweiß im Weizenbrot und zwar 14,0 g in der ersten, 7,0 g in der zweiten Periode. Sowohl das Kasein als auch das Eiweiß des Weizenbrotes sind A-Eiweiße. Die Quantität jedes dieser beiden Eiweißträger wurde in der zweiten Periode halbiert, so daß ihr Verhältnis zueinander in beiden Perioden dasselbe blieb. nämlich 1:2,3. In beiden Perioden wurde durch Verzehr von Margarine, Lebertran, Zucker und Kartoffelmehl für eine ausreichende Kalorienzufuhr gesorgt. Alkohol wurde vollkommen gemieden; an Getränken nahm ich Kaffeeersatz und Wasser zu mir.

Die Harnquotientenwerte des ersten Tages der ersten Periode sind im Vergleich zu den Werten der übrigen Tage dieser Periode noch recht hoch; mein Körper war an diesem ersten Analysentag offenbar noch nicht vollständig auf die Diät eingestellt. Bei dem Periodenmittelwert der Periode I wurde dieser Tag deshalb auch nicht mitgerechnet. Die Periodenmittelwerte bei einem Verzehr von 0,8 g/kg Eiweiß, gewonnen aus den Einzelwerten des 2. bis 10. Versuchstages, lagen erwartungsgemäß niedrig; für C:N bei 0,94, für Vakat O:N bei 1,15 und für Vakat O:C bei 1,22. Die N-Aufnahme betrug bei 52,4 g Eiweiß = 8,40 g/kg N. Subtrahieren wir von diesem Wert denjenigen der N-Ausscheidung (8,40—7,82), so gelangen wir zu einer N-Bilanz von + 0,58 ohne Berücksichtigung des Kot-N. Dieser dürfte aber bei der ballaststoffarmen Eiweißdarreichung kaum 1 g betragen haben. Ohne Frage befand ich mich in dieser ersten Periode im Stickstoffgleichgewicht. Am 11. Versuchstage wurde die Eiweißmenge bei gleichbleibendem Verhältnis der beiden Eiweißträger zueinander auf die Hälfte herabgesetzt. Es war zu erwarten, daß die Harnquotienten zuerst einige Tage ihren alten niedrigen Wert beibehalten würden, um dann in die Höhe zu gehen. Demnach mußte auch wenigstens zuerst eine negative N-Bilanz eintreten. Für die ersten 4 Tage dieser zweiten Periode, also für den 11. bis 14. Versuchstag, habe ich die Mittelwerte errechnet; ich bezeichne diesen Teil der II. Periode als IIa. Die N-Ausscheidung ist nur um 1,0 g

pro Tag zurückgegangen. Die C-Ausscheidung weist den gleichen Rückgang auf. Der Wert für Vakat-O hat sich praktisch nicht verändert. Die gleichsinnige Veränderung der C- und N-Werte muß sich im Gleichbleiben des Quotienten C:N ausdrücken; er zeigt mit 0,94 keine Veränderung gegenüber dem der ersten Periode. Die Quotienten Vakat O:N und Vakat O:C zeigen durch Gleichbleiben der Vakat-O Werte bei gleichzeitigem Absinken der C- und N-Ausscheidung eine Erhöhung von 1,15 auf 1,31 für Vakat-O:N und von 1,22 auf 1,41 für Vakat-O:C. Die N-Aufnahme für die gesamte zweite Periode beträgt bei 27,0 g Eiweiß 4,32 g N, also rund 4 g weniger als in der ersten Periode. Ziehe ich davon die mittlere N-Ausscheidung ab, die sich mit 6,81 g nur um ungefähr 1 g gegenüber der ersten Periode verringert hatte, so erhalte ich mit — 2,49 ohne Berücksichtigung des Kot-N eine stark negative Stickstoffbilanz. Die folgenden zwei Tage, das sind der 15. und 16. Versuchstag, habe ich innerhalb der zweiten Periode als IIb zusammengefaßt. Die N-Ausscheidung ist um weitere 0,8 g gesunken, erreicht also mit einer Gesamtsenkung von 1,83 g noch nicht die um 4,0 g verminderte Zufuhr. Die Werte für Vakat-O und C sind beide in diesem Teil der zweiten Periode gestiegen und zwar Vakat-O um rund 3,2 g, C um 1,3 g. Der Quotient C:N ist durch das größere Ansteigen der C-Ausscheidung auf 1,28 gegenüber 0,94 in IIa angestiegen; Vakat-O:N und Vakat-O:C sind mit 2,02 resp. 1,57 im Vergleich zu der Periode IIa ebenfalls größer geworden. Auch in diesem zweiten Teil der Periode II besteht noch eine beträchtliche Stickstoffunterbilanz; bei einer Stickstoffaufnahme von 4,32 g beträgt die Ausscheidung 5,99 g, also ohne Berücksichtigung des Kot-N eine Bilanz von — 1,67.

Erst im dritten Teil der Periode II, mit IIc bezeichnet, haben sich die C-, Vakat-O und N-Werte sowie die Quotienten auf ungefähr gleichbleibende Werte eingespielt. Diese Periode IIc erstreckt sich über 11 Tage, das sind der 17. bis 27. Versuchstag. Die N-Ausscheidung beträgt nun 4,03 g, also 3,8 g weniger als in der ersten Versuchsperiode; die C-Ausscheidung ist auf 5,08 g zurückgegangen; sie liegt also rund 2,25 g niedriger als in der Periode I. Der Wert für Vakat-O ist nach der Steigerung in der Periode IIb wieder gesunken; auch er liegt mit 8,29 g rund 0,66 g niedriger als in der ersten Periode. Der Quotient C:N beträgt 1,26; er liegt also höher als der entsprechende Wert in der ersten Periode. Daß C:N in der letzten Periode, also in IIc, etwas niedriger liegt als in IIb, kommt daher, daß die C-Ausscheidung in der Uebergangsperiode IIb angestiegen

war und erst jetzt in der Periode IIc auf den niedrigen Wert abgesunken ist. Die beiden anderen Quotienten liegen mit 2,06 für Vakat-O:N und 1,63 für Vakat-O:C höher als in allen vorherigen Perioden.

Die N-Zufuhr betrug auch in dieser letzten Periode 4,32 g N, die Ausscheidung 4,03 g. Die Subtraktion ergibt also ohne Berücksichtigung des Kot-N + 0,29. Den Kot-N mit nur 0,2 zu veranschlagen, erscheint mir zu gering, so daß ich annehmen möchte, daß sich mein Körper doch nicht ganz im Stickstoffgleichgewicht befunden hat. Ich nahm ja in dieser Periode 0,43 g kg Eiweiß zu mir. Das Eiweißminimum liegt bei rein animalischer Eiweißkost (Fleisch, Milch-Eiweiß) bei 0,3– 0,4 g/kg. Daß ich bei meiner Kost bei 0,43 g/kg noch nicht im N-Gleichgewicht war, beruht offenbar darauf, daß ein ansehnlicher Teil des Eiweißes meiner Nahrung Weizeneiweiß gewesen ist. Bemerkenswert ist, daß mit der Eiweißverminderung ein deutlicher Anstieg von Vakat-O:C auftritt, der auch nach der Wiedergewinnung eines neuen Gleichgewichtszustandes persistiert. Das zeigt an, daß sich die N-freie Quote der dysoxydablen Harnsubstanz in ihrer qualitativen Zusammensetzung geändert haben muß. Sie muß im Verhältnis zu ihrem Kohlenstoffgehalt vor allen Dingen H-reicher geworden sein.

In diesem Sinne spricht auch folgende Ueberlegung: Wenn man die Periodenmittelwerte für C, V.-O und N in den entscheidenden Perioden meines Versuchs, nämlich in der Periode I und IIc, unter einander vergleicht, so findet man, daß mit dem Rückgang der N-Ausscheidung auch die Werte für C und V.-O rückläufig werden. Man könnte aus der Abnahme dieser beiden letzteren schließen, daß sich trotz der Einschränkung des N-Umsatzes die Oxydation im übrigen verbessert hätte. Nun gehört aber erfahrungsgemäß zu einer bestimmten N-Menge eine bestimmte C- und V-O-Menge im Harn, wie es die Konstanz der Harnquotienten bei qualitativ und quantitativ gleichmäßiger Ernährung zeigt. Steht z. B. einer Harn-N-Menge von 10 g eine C- oder V.-O-Menge von 8 g zu, dann dürften bei 5 g Harn-N auch nur 4 g C oder V.-O vorhanden sein, wenn sich bei der Reduktion der Harn-N-Menge sonst nichts im Körper geändert hätte. Da aber bei 5 g Harn-N mehr als 4 g C oder V.-O vorhanden sind, wie aus der Erhöhung der Quotienten hervorgeht, muß auch eine Aenderung in der Zusammensetzung der Harnsubstanz eingetreten sein, die in dem vorliegenden Fall nur im Sinne einer Verschlechterung des Oxydationszustandes liegen kann, als er bei 10 g Harn-N vorhanden war.

Trotz der Reduktion der absoluten Werte für C und V.-O liegt also in Periode IIc meines Versuchs eine allgemeine Oxydationseinschränkung vor, die für den Umsatz des N-haltigen Materials ja ohne weiteres an der Harn-N-Verminderung ersichtlich ist.

Mein Körpergewicht blieb in den ersten 7 Tagen des Versuches konstant auf 63 kg. Allerdings schränkte ich in dieser Zeit meinen Energieverbrauch nicht unerheblich ein. Vom 8. Tage an begann ich wieder morgens in der Poliklinik zu arbeiten, und mein Körpergewicht nahm bis zum 15. Tage ab. In dieser Zeit machte sich aber die negative Stickstoffbilanz auch in anderer Hinsicht geltend. Ich begann sehr schnell zu ermüden und mußte feststellen, daß mir die Konzentration zu anhaltender Arbeit, ja sogar der Antrieb zu jeder Art von Beschäftigung fehlte. Ich konnte diese Erscheinung besonders gut beobachten, da ich in der Zeit des Versuchs mit einigen Kollegen zusammen mich auf das Staatsexamen vorbereitete. Ich schaltete daraufhin eine absolute Pause in meiner Arbeit ein und konnte mein Körpergewicht vom 16. bis 22. Tag wieder auf der Höhe von 62 kg halten. In dieser Zeit schwand auch das Gefühl der Schwäche, wenn auch die alte Spannkraft noch nicht wiederkam. Vom 23. Tag an bis zum Schluß meines Versuches mußte ich wieder viel arbeiten, und sofort machte sich wieder die mangelhafte Dynamik bemerkbar; auch mein Körpergewicht nahm wieder ab und blieb bis zum letzten Versuchstag bei 61 kg.

## Experimenteller Teil.

Die 24stündige Harnmenge wurde fortlaufend gesammelt, gemessen und auf Zucker- und Eiweißfreiheit geprüft. Der Stickstoff wurde nach der Mikromethode von Kjeldahl, der Kohlenstoff nach der Mikromethode von Nicloux-Osuka (5) und Vakat-O nach der Mikromethode von Müller-Kanitz (6, 7) bestimmt. Aus den Tagesmittelwerten C, Vakat-O und N wurden die Periodenmittelwerte und durch Division dieser Periodenmittelwerte die Mittelwerte für die Harnquotienten berechnet. Die in der Nahrungsmitteltabelle angegebene Diät wurde quantitativ gegessen. Das Körpergewicht wurde täglich vor dem Frühstück nach Entleerung des Morgenharns bestimmt.

Diättabelle.

I. Periode: 0,83 g/kg Eiweiß = 52,4 g.

| Menge. | Eiweiß | Kal. | Kal/100 g | Eiweiß |
|---|---|---|---|---|
| 200,0 g Weizenbrot | 14,000 | 540,00 | 270 | 7% |
| 49,6 g Kasein | 37,200 | 168,60 | 340 | 1g/1,33 g Kas. |
| 55,00 g Margarine | 0,275 | 415,00 | 755 | 0,5% |
| 35,00 g Lebertran | — | 318,50 | 910 | — |
| 150,00 g Zucker | — | 615,00 | 410 | — |
| 100.00 g Kartoffelmehl | 0,900 | 335,00 | 335 | 0,9% |
| | 52,375 | 2392,10 | | |

II. Periode: 0,44 g/kg Eiweiß = 27,0 g.

| Menge. | Eiweiß | Kal. | Kal/100 g | Eiweiß |
|---|---|---|---|---|
| 100,00 g Weizenbrot | 7,000 | 270,00 | | |
| 24,8 g Kasein | 18,600 | 84,30 | | |
| 85,00 g Margarine | 0,425 | 641,75 | | |
| 35,00 g Lebertran | — | 318,50 | | |
| 165,00 g Zucker | — | 676,50 | | |
| 115.00 g Kartoffelmehl | 1,000 | 385,30 | | |
| | 27,025 | 2376,35 | | |

Periode I.

| Analysentag No. | Körperg. kg. | Harn-menge | C mg | Vakat-O mg | N mg | C:N | V-O:N | V-O:C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 63,0 | 980 | 7718 | 10878 | 7176 | 1,08 | 1,52 | 1,41 |
| 2 | 63,0 | 630 | 8184 | 10691 | 8873 | 0,92 | 1,20 | 1,31 |
| 3 | 63,0 | 575 | 7349 | 8664 | 7591 | 0,97 | 1,14 | 1,18 |
| 4 | 63,0 | 750 | 6948 | 8300 | 6563 | 1,06 | 1,26 | 1,19 |
| 5 | 63,0 | 485 | 6984 | 8213 | 7734 | 0,90 | 1,06 | 1,18 |
| 6 | 63,0 | 680 | 6226 | 7579 | 6892 | 0,90 | 1,10 | 1,22 |
| 7 | 63,0 | 1050 | 8096 | 11060 | 8835 | 0,92 | 1,25 | 1,37 |
| 8 | 62,5 | 580 | 7684 | 9605 | 8502 | 0,90 | 1,13 | 1,25 |
| 9 | 62,5 | 855 | 7849 | 8595 | 7613 | 1,03 | 1,13 | 1,10 |
| 10 | 62,5 | 585 | 6637 | 7894 | 7772 | 0,85 | 1,02 | 1,19 |
| Periodendurchschnittswerte: (2.—10. Tag). | | | 7328 | 8956 | 7819 | 0,94 | 1,15 | 1,22 |

Periode IIa.

| Analysentag No. | Körperg. kg. | Harn-menge | C mg | Vakat-O mg | N mg | C:N | V-O:N | V-O:C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 62,0 | 755 | 6175 | 8453 | 7324 | 0,84 | 1,15 | 1,37 |
| 12 | 62,0 | 550 | 6834 | 8954 | 7076 | 0,97 | 1,27 | 1,31 |
| 13 | 62,0 | 590 | 6195 | 9337 | 6435 | 0,96 | 1,45 | 1,51 |
| 14 | 61,5 | 380 | 6249 | 8866 | 6384 | 0,98 | 1,39 | 1,42 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 6364 | 8903 | 6805 | 0,94 | 1,31 | 1,41 |

Periode IIb.

| Analysentag No. | Körperg. kg. | Harn-menge | C mg | Vakat-O mg | N mg | C:N | V-O:N | V-O:C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 61,5 | 690 | 8061 | 12484 | 6356 | 1,27 | 1,96 | 1,55 |
| 16 | 62,0 | 660 | 7278 | 11686 | 5618 | 1,30 | 2,08 | 1,61 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 7670 | 12085 | 5987 | 1,28 | 2,02 | 1,57 |

Periode IIc.

| Analysentag No. | Körperg. kg. | Harn-menge | C mg | Vakat-O mg | N mg | C:N | V-O:N | V-O:C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 62,0 | 402 | 4428 | 8618 | 3287 | 1,35 | 2,62 | 1,95 |
| 18 | 62,0 | 515 | 5908 | 9366 | 4333 | 1,36 | 2,16 | 1,59 |
| 19 | 62,0 | 420 | 5298 | 7364 | 3675 | 1,44 | 2,00 | 1,39 |
| 20 | 62,0 | 570 | 5657 | 9940 | 4493 | 1,26 | 2,21 | 1,76 |
| 21 | 62,0 | 370 | 5521 | 8681 | 4242 | 1,30 | 2,05 | 1,57 |
| 22 | 62,0 | 520 | 4605 | 8132 | 3786 | 1,22 | 2,15 | 1,77 |
| 23 | 61,5 | 460 | 5771 | 7593 | 4508 | 1,28 | 1,68 | 1,32 |
| 24 | 61,0 | 345 | 4627 | 7937 | 3941 | 1,17 | 2,01 | 1,72 |
| 25 | 61,0 | 720 | 4860 | 7833 | 3951 | 1,23 | 1,98 | 1,61 |
| 26 | 61,0 | 355 | 4181 | 7592 | 3713 | 1,13 | 2,04 | 1,82 |
| 27 | 61,0 | 355 | 4986 | 8169 | 4389 | 1,14 | 1,86 | 1,64 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 5077 | 8293 | 4029 | 1,26 | 2,06 | 1,63 |

Zusammenfassung.

Im Versuch am Menschen wird gezeigt, daß die Halbierung des Nahrungseiweißes von 0,8 g/kg ausgehend, bei unverändertem Kaloriengehalt in einer Diät zu einer starken Steigerung der Harnquotienten C:N und Vakat-O:N sowie zu einer Erhöhung des Quotienten Vakat-O:C führt. Das Ausmaß der Steigerung ist in seinem absoluten Wert ungefähr dasselbe, einerlei ob das Nahrungseiweißgemisch bei gleicher Menge aus Eiweißen besteht, die eine niedrige oder eine hohe Harnquotientenlage bedingen. Im ersten Fall ist auch der Harnquotientenwert nach der Reduktion des Eiweißes immer noch niedriger als der Wert, der im zweiten Fall bei der anfänglich größeren Eiweißmenge vorhanden war.

## Literatur-Verzeichnis.


1. Bickel. Ueber die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels. Verlag B. Schwabe u. Co. Basel, 1938.
2. Bickel: Deutsche Medizinische Wochenschrift 1938, Nr. 75, S. 228.
3. Bickel u. Parlow: Biochem. Z. 1940, Bd. 304, S. 105.
4. Weber: Dissertation Med. Fak. Univers. Berlin, 1939/40.
5. Osuka: Biochem. Z. 1932, Bd. 244, S. 103.
6. Kanitz: Biochem. Z. 1932, Bd. 249, S. 234.
7. Kanitz: Biochem. Z. 1933, Bd. 257, S. 361.

## Lebenslauf.

Ich Hans Keysser, wurde am 14. Juli 1915 als Sohn des Bergwerkdirektors Dipl. Ing. Carl Keysser und seiner Frau Margret Keysser, geb. Monke in Berlin geboren. Nach dem Besuch einer Schule in Eisleben und der Dorfschule in Steinförde bei Celle trat ich im Frühjahr 1925 in das humanistische Bismarck-Gymnasium in Berlin-Wilmersdorf ein. Im März 1934 bestand ich dort das Abitur. Nach der Ableistung meiner Arbeitsdienstpflicht wurde ich zum Wintersemester 1934/35 an der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin immatrikuliert. 1935 bestand ich den ersten Teil, 1937 den zweiten Teil der ärztlichen Vorprüfung. Nach einer eineinhalbjährigen Unterbrechung meines Studiums, in der ich meine militärische Dienstpflicht ableistete, setzte ich mein Studium in Berlin fort und habe mich im August dieses Jahres (1940) zum Staatsexamen gemeldet. Im Juli 1940 übergab mir Herr Professor Bickel vorliegende Arbeit.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Bickel für die Themastellung und die vielen Ratschläge zur Abfassung dieser Dissertation an dieser Stelle meinen Dank zu sagen.